



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Efecto de la concentración de partículas de cristal en la
resistencia de adoquines de concreto $f'c$ 320 kg/cm² para
Pavimento Articulado”**

AUTORES:

Gutierrez Lopez, Juan Yanner (ORCID: 0000-0002-5911-1990)

Rodriguez Sánchez, Olenka Kelda (ORCID: 0000-0001-5940-5836)

Villarreal Centurión, Lady Elizabeth (ORCID: 0000-0002-0075-8677)

ASESORA:

Mtr. Ing. Cornejo Rodríguez, Sheyla Yuliana (0000-0001-8198-2250)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Al ser supremo, por la salud, sabiduría y fuerzas
para seguir adelante en las adversidades
sin desfallecer en el intento.

A la familia, que son lo mejor y más valioso que tenemos;
a nuestros padres, por su apoyo incondicional en la parte
moral y económica necesarios para nuestra
formación profesional.

A los asesores, por el ánimo para seguir día a día en
esta investigación.

Los autores

AGRADECIMIENTO

A nuestro centro de estudios,
la Universidad Privada César Vallejo,
por brindarnos los conocimientos que se aplican
en la vida profesional.

Al Ing. Danny Chávez, por la oportunidad
de recurrir a su capacidad y
conocimientos brindados en esta investigación.

Al Ing. Sheyla Cornejo, por la enseñanza
metodológica brindada.

Los autores

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Contenido	
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. Realidad Problemática	7
1.2. Trabajos Previos	8
1.3. Teorías Relacionadas al tema	12
1.4. Formulación del Problema.....	14
1.5. Justificación del estudio.....	14
1.6. Hipótesis	14
1.7. Objetivo	15
II. MÉTODO	15
2.1. Diseño de investigación.....	15
2.2. Variables, operacionalización	16
2.3. Población y muestra, selección de la unidad de análisis.....	17
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	18
2.5. Métodos de Análisis de datos	18
2.5.1. Estadístico de prueba –T de Student	18
2.5.1.1. Funciones Estadísticas	19
2.5.1.2. Prueba de hipótesis	19
2.6. Aspectos éticos	21
III. RESULTADOS	22
IV. DISCUSIÓN.....	27
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Resistencia a la compresión promedio de 14 días de curado	26
Gráfica 2. Resistencia a la compresión promedio de 28 días de curado	26
Gráfica 3 - Curva granulométrica de la arena fina	32
Gráfica 4 - Curva granulométrica de la arena gruesa	32
Gráfica 5 - Curva granulométrica de vidrio fino	33
Gráfica 6 - Curva granulométrica de vidrio triturado	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Variable Independiente	16
Tabla II.2. Variable Dependiente	16
Tabla II.3. Ensayo a compresión a edades de concreto simple.....	17
Tabla II.4. Ensayo a compresión a edades de partículas de cristal.....	17
Tabla II.5. Ensayo a compresión a edades de partículas mezcladas de cristal	17
Tabla II.6. G1 y G2	20
Tabla II.7. Determinación del nivel de significancia	20
Tabla III.1a. Resistencia a la Compresión de Adoquines de Vidrio: Tiempo de curado de 14 días.....	22
Tabla III.1b. Resistencia a la Compresión de Adoquines de Vidrio: Tiempo de curado de 28 días.....	23
Tabla III.2a ..Resistencia Promedio del Adoquín para obtener $f'c$ 320 kg/cm ² . a los 14 días	24
Tabla III.2b ..Resistencia Promedio del Adoquín para obtener $f'c$ 320 kg/cm ² . a los 28 días	24
Tabla III.3a. Costo unitario aproximado de un Adoquín Convencional elaborado .	24
Tabla III.3b. Costo unitario aproximado de un Adoquín con 35% Partículas Finas de Cristal	25

Tabla III.3c. Costo unitario aproximado de un Adoquín con 35% Partículas Trituradas de Cristal	25
Tabla III.4. Diseño de Mezcla	34
Tabla III.5. Porcentaje de Absorción.....	34
Tabla III.6. Módulo de Fineza	34

RESUMEN

Este proyecto de investigación está enfocado a mejorar la resistencia de adoquines convencionales tipo I empleando partículas de cristal, guiándonos de la NTP.399.611.

En los antecedentes encontrados se observó resultados positivos al adicionar vidrio reciclado motivándonos a realizar este proyecto por el impacto positivo al medio ambiente y a su vez nos inspira a realizar más ensayos para mejorar las propiedades físicas del adoquín propuesto.

El vidrio adicionado es empleado como un sustituyente en porcentajes de los agregados finos, las proporciones al peso de la mezcla incluyen quince, veinticinco y treinta y cinco de vidrio fino y triturado respectivamente. Se partió con el análisis granulométrico correspondiente y así sucesivamente cada uno de los ensayos para determinar el diseño de mezcla óptimo y adecuado.

Luego del moldeo de las muestras se realizaron los ensayos de la resistencia a la compresión a los catorce y veintiocho días de curado, concluyendo que el vidrio tiene un efecto positivo en la resistencia de los adoquines convencionales.

Con los datos obtenidos se puede emplear el mortero de vidrio incluso en elementos estructurales, considerando los ensayos pertinentes.

Se concluyó que incorporando el 25% y 35% de vidrio fino y vidrio triturado, la resistencia mejora un 40.10% y 18.11% respectivamente.

Palabras Claves: Resistencia a la compresión, Partículas de cristal, Sílice, Costo unitario, Prensa Hidráulica y Prensa Compactadora.

ABSTRACT

This research project is focused on improving the resistance of conventional type I pavers using glass particles, guiding us from NTP.399.611.

In the antecedents found, positive results were observed when adding recycled glass motivating us to carry out this project because of the positive impact on the environment and at the same time it inspires us to carry out more tests to improve the physical properties of the proposed paving stone.

The added glass is used as a substituent in percentages of the fine aggregates, the proportions to the weight of the mixture include fifteen, twenty-five and thirty-five of fine and crushed glass respectively. It was started with the corresponding granulometric analysis and so on each of the tests to determine the optimum and adequate mix design.

After the molding of the samples, the compressive strength tests were carried out after fourteen and twenty-eight days of curing, concluding that the glass has a positive effect on the strength of conventional pavers.

With the obtained data, glass mortar can be used even in structural elements, considering the relevant tests.

It was concluded that by incorporating 25% and 35% of fine glass and crushed glass, the resistance improves 40.10% and 18.11% respectively.

Key Words: Resistance to compression, Glass particles, Silica, Unit cost, Hydraulic press y Compactor Press.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad

Problemática

Desde años atrás se percibe un gran aumento de los desechos tóxicos que ponen en amenaza la salud de los seres vivos que conforman el planeta Tierra. Esta realidad se encuentra en cada región del Perú.

El Ministerio del Ambiente en el año 2013, desarrolló el proyecto de reciclaje sostenible gestionando de manera integral los residuos sólidos y así incidiendo en el sector de residuos sólidos fortaleciendo las capacidades institucionales con un enfoque de pobreza y género.

La Región La Libertad recoge un promedio de 1, 568.780 kg de residuos sólidos diarios del cual sólo se recicla el 19% de ello. (INEI, 2015)

No obstante, la generación de estos residuos en la Región La Libertad es de 0.540 kg al día por cada habitante. (Sexto Informe Nacional de Residuos sólidos, 2013)

El boletín informativo de Ecoticias.com en el año 2018, menciona que el vidrio tiene un tiempo de degradación muy lenta de 4000 años aproximadamente lo que con lleva a exigir su reutilización.

La compañía ACG Glass Europe realizó un estudio en el año 2017 titulado "The major environmental impact of glass production is caused by atmospheric emissions from melting activities", estudió el comportamiento del vidrio durante su reutilización, con el objetivo de analizar los gases que se liberan durante el proceso de fundición del vidrio. Se realizó un estudio experimental, colocando el vidrio reciclado en el horno en una simulación de transferencia de energía a través de tuberías colectoras. Se identificó durante la fabricación del nuevo vidrio la liberación de diversos gases como el CO², SO₂ y NO. Se concluyó que durante la fusión del vidrio y al fundirse nuevamente el vidrio para ser reciclado, de nuevo estas partículas se liberan y contaminan el medio ambiente ocasionando daños a los seres humanos.

Además, un boletín informativo afirma que el reciclaje de este residuo sólido ahorrará 20% a 30% en energía, los gases tóxicos en el ambiente disminuyen de un 21% a 50%, también se mejora la calidad del agua en un 40% a 50% el cual es indispensable para la vida. (Stopbasura, 2013)

Es por ello la importancia de realizar proyectos de investigación sostenibles

para promover el reciclaje y emplearlos en el sector de la construcción.

Concrete DECOR público “How to use Glass as Aggregate in concrete”, en el cual se refiere al agregado de vidrio como un proyecto “verde”, ya que casi siempre proviene de vidrio reciclado, lo que ahorra espacio en los vertederos y no requiere minería. Clasifica al agregado de vidrio por su tamaño y color, realizando sus propiedades y plasmando al vidrio como un material amigable.

1.2. Trabajos Previos

Hidalgo, D. (2013), plantea la “Adoquines a base de vidrio reciclado como agregado”, estudió el efecto del vidrio reciclado en la resistencia de adoquines de hormigón con dimensiones 0.035 m x 0.06 m x 0.26 m. Se realizó en el Distrito Metropolitano de Quito- Ecuador, con el objetivo de diseñar adoquines peatonales a base de vidrio reciclado con 8% como sustituyente del agregado grueso. El método empleado es el Portland Cement Association el cual sirvió para el diseño de mezclas y para ver los requisitos de resistencia de Adoquines peatonales realizándose ensayos de resistencia al desgaste. Se logró determinar una resistencia promedio de 240 kg/cm². Con estos resultados se concluyó que el vidrio triturado reciclado actúa positivamente en la resistencia al desgaste aumentando su durabilidad, siendo un excelente agregado.

Mafalda, A. (2012), publicó “Durability of mortar using waste glass”, realizado en Portugal. Para este estudio, se llevó a cabo un extenso programa experimental que concluyó actividad puzolánica, tiempo de fraguado, solidez, gravedad específica, análisis químicos, distribución del tamaño de partícula del láser, etc., resistencia a la penetración de iones de cloruro y resistencia externa al sulfato en morteros que contienen WGP. Concluyendo que las partículas de vidrio bien encapsuladas en gel denso y maduro observadas por SEM, pueden ayudar a explicar los resultados mejorados de durabilidad y, por lo tanto, confirmar que el polvo de vidrio de desecho puede contribuir aún más a la sostenibilidad en la construcción.

Catalán, K. (2013) en su tesis, “El vidrio molido y su influencia en adoquines de concreto para uso peatonal”. Realizado en la ciudad de Concepción, Chile donde se genera la mayor cantidad de residuos sólidos del país. Evaluó la resistencia de adoquines de concreto con vidrio para uso peatonal con dimensiones 0.19 m x 0.19 m x 0.065 m. Se realizaron mezclas de concreto con diferentes porcentajes: 0% ,10% y 20% de vidrio, logrando que sea un agregado más a los componentes del adoquín disminuyendo así una cierta

cantidad de arena.

Los resultados obtenidos fueron que al agregar 10% de vidrio triturado reciclado la resistencia del adoquín de concreto es 178(MPa) siendo este valor de resistencia mayor que los otros porcentajes: 0% y 20 %. Llegando a la conclusión que se debe reciclar el vidrio, para disminuir los desechos sólidos ya que aumenta la resistencia, llegando hacer esto viable para la fabricación de adoquines.

Cabrera, B. (2014), en su tesis, “Pavimento Articulado de Concreto elaborados con Vidrio Reciclado”, determinó la influencia del vidrio reciclado en la resistencia de Adoquines de Concreto para tránsito pesado. Este estudio se realizó en la Ciudad de Cajamarca, donde los residuos sólidos, principalmente el vidrio, existente en diferentes construcciones, es desechado ocasionando mayor contaminación en dicha ciudad, logró ser utilizado en la elaboración de adoquines usando el método del ACI en el diseño de mezclas. Realizando ensayos de resistencia a la compresión. Dando como resultados el ensayo de 376.82 kg/cm² para adoquines sin vidrio y de 389.26 kg /cm² para adoquines con vidrio reciclado. Llegando a la conclusión que adicionando 50% de vidrio triturado aumenta la resistencia del adoquín para tránsito pesado en 4.09%.

Di Marco, L. (2015), en su investigación “Proyecto y Fabricación de Adoquines de menor costo y Elementos Reciclados para Construcciones en Núcleos Campestres”, estudia el comportamiento de los desechos tóxicos urbanos en la construcción (Tereflalato de Polietileno) como sustituyente de 15% de los áridos empleados en la elaboración de los adoquines en el sector campestre Rio Frio del Municipio de Santander (Colombia), teniendo como objetivo diseñar un adoquín peatonal de 0.40 m x 0.40 m x

0.06 cm y de transito ligero que aumente la resistencia de un adoquín convencional. Para esto se hicieron los estudios físicos - químicos, como los ensayos a compresión obteniendo como resultado la resistencia del concreto de f'c 400 kg/cm². De tal manera se concluyó que esta nueva alternativa de elaboración de adoquines es una solución rápida para este sector rural logrando que pueda manejar adecuadamente los residuos sólidos de carácter global.

Martínez, J. (2016) en su tesis, “Análisis Comparativo de la Resistencia a Compresión entre un Adoquín Convencional y Adoquines preparados con Vidrio”, comparó las propiedades mecánicas de adoquines convencionales y

adoquines de vidrio triturado para tránsito pesado. Este estudio fue realizado en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

Sabiendo que es muy clásico en dicha ciudad, emplear adoquines de piedra para vehículos pesados pudiendo ser esta reemplazada por adoquines de concreto adicionando vidrio reciclado, siendo esta una alternativa que ayuda al medio ambiente. En esta investigación se da a conocer el efecto de agregar vidrio reciclado para dar mayor resistencia al adoquín a compresión $f'c$ 350 kg/cm² con dimensiones 0.12 m x

0.24 m x 0.06 m. Realizándose ensayos de densidad de los agregados y del cemento, al hormigón y a sus componentes, teniendo en cuenta la norma INEM 1488. Como resultados se obtuvo que los adoquines que tienen 25% de vidrio triturado tienen mayor resistencia que los adoquines convencionales. Concluyéndose que el vidrio actúa positivamente como agregado resistiendo a la compresión y al desgaste debiendo ser utilizado para reemplazar agregados.

G. Sadiqul, M. Rahman y Nayem Kazi, realizaron una investigación titulada: "Waste glass as partial replacement of cement", es decir, el polvo de vidrio de desecho se empleó como un reemplazo parcial del cemento para la práctica de un concreto sostenible. Fue realizada en Bangladesh. La resistencia que utilizó esta investigación es de 42.5 N. Para evaluar el efecto puzolánico con mayor claridad, se realizaron pruebas de resistencia de mortero usando superplastificantes. El aditivo reductor de agua empleado se basa en la química del éter de polycarboxilato. Llegando a la conclusión que al adicionar el 10% de vidrio, los resultados de pruebas a 90 días indicaron que las diferencias en las resistencias a la compresión entre vidrio reciclado y los hormigones convencionales no son significativas. Esto indicó el periodo de reacción óptimo del concreto reemplazado con vidrio.

Alaa, R. realizó un estudio titulado "Recycled glass as fine aggregate replacement based on Portland cement" en la ciudad del Cairo, empleó el vidrio de desecho como reemplazo parcial de agregados finos naturales en mezclas de mortero a base de cemento Portland. Sometió a diversos ensayos como resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión, absorción del agua, penetración de iones de cloruro, resistencia química, resistencia a la carbonatación, entre otras. Se concluyó que hay un aumento del 10%- 30% de resistencia que en el diseño de morteros convencionales. También se consideró que la mezcla de mortero que contiene vidrio es efectiva y actúa como reemplazo de agregado fino.

Rojas, J, para lograr su título profesional, presentó el tema de “Incremento de la resistencia de un concreto de $f'c$ 210 kg/cm² adicionando un porcentaje de vidrio sódico” en la ciudad de Trujillo, empleo la mínima cantidad de vidrio molido como un sustituyente parcial en los agregados. Concluyendo que los resultados no son satisfactorios en la propiedad de resistencia a la compresión ya que, al parecer, la proporción de vidrio añadida fue insuficiente.

Suque, C (2016), propuso la “Utilización de desecho de vidrio como árido grueso para la elaboración de concreto” en la ciudad de Guatemala, para esto, el vidrio triturado sustituyó al árido natural con diferentes porcentajes de vidrio. Al aumentar el porcentaje de vidrio el asentamiento disminuye. Concluyeron que este tipo de mezclas se limita a usos no estructurales, siempre y cuando el concreto no sea sometido a esfuerzos que provoquen la falla de este.

Ordoñez, C; Pérez, S & Plaza, A. (2016), desarrollaron el tema “Vidrio reciclado como agregado en morteros para uso en viviendas de mampostería” en la ciudad de Cali. Elaboraron los ensayos de resistencia y parámetros requeridos en la investigación, así como un diseño de mezcla y los resultados que obtuvieron fue la determinación que el uso del vidrio reciclado es conveniente para la sustitución parcial del agregado fino. Concluyendo que el vidrio reciclado al 100% ofrece una mayor resistencia en las deformaciones y adherencia, ejerciendo efectos de restricción de la deformación lateral de la unidad.

Cano, D & Cruz, M. (2017), en “Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia del hormigón” en la ciudad de Colombia. La mezcla ideal contiene vidrio molido un 6%. Del punto de vista general, se concluyó que la mezcla con mayor resistencia a la compresión del estudio es de 3% en peso.

Tagnit, A. (2016), en “Performance of glass-powder concrete in field applications”, hecho en Egipto. Señala que el concreto hecho con 20% de reemplazo de GP mostró incrementos en la resistencia a la compresión de 91 días (7%), la resistencia a la tracción de 28 días (35%) y la resistencia a la flexión de 28 días (4%) en comparación con las mezclas de concreto convencional. Concluyendo que se puede obtener un aumento significativo en la resistencia a la penetración de iones de cloruro cuando se usa concreto convencional.

Barbiero, L.; Lancellotte, I.; Leonelly, C. & Manfredyni, T. (2016), desarrollaron el tema “Recycling of industrial: State of art and glass case studies”, en la ciudad de Italia. En este documento se informa sobre el estado del arte del reciclaje de desechos industriales en el sector de la cerámica, con el enfoque en estudios de revisión relacionados con losetas y ladrillos cerámicos. A través de los resultados concluyeron que las nuevas composiciones a medida que reemplazan las arcillas, el flujo y/o los compuestos inertes por restos de envases de vidrios de tubos de rayos catódicos y vidrio de desechos de embalaje hasta un 20% en peso en las composiciones de ladrillo.

1.3. Teorías Relacionadas al tema

Martínez, T. (2012), escribió un libro titulado “Propiedades Generales del Vidrio”, plantea que el vidrio posee propiedades mecánicas que tienden a limitar sus aplicaciones. Un vidrio no es sólo un material rígido y con una elasticidad sino también posee una viscosidad la cual permite que se convierta en un líquido y pueda ser empleado de diferentes formas al momento que éste es sobre enfriado, el cual le permite que tenga un proceso de solidificación y que pueda tener diversos usos para los que se requiere. Concluyendo que el vidrio posee una resistencia a compresión de 1000 MPa y una densidad de 2500 kg/m³.

Bashar, T. (2015), a través de “Pozzolanic glass powder in concrete as uses and applications”, realizado en Inglaterra; afirma que la mineralogía de la arena de vidrio reciclada se considera como una estructura cristalina amorfa que se clasifica como agregado silíceo altamente reactivo cuando se utiliza en el concreto, por lo que aumenta la fuerza repulsiva entre las partículas de vidrio y con esto, reducir su capacidad expansiva.

Morales, L. (2017), realizó un estudio titulado “El Vidrio en la Edificación. Propiedades, Aplicaciones y Estudio de Fracturas en Casos Reales”, este estudio se realizó en España, en el cual comparó la resistencia del vidrio recocido y del vidrio templado a través de ensayos a tracción. Cabe resaltar que previamente hizo un diseño de mezclas empleando vidrio a través del Método ACI. Obtuvo como resultados que el vidrio recocido posee una resistencia a tracción de 400 daN/cm² y el vidrio templado, de 1000 daN/cm².

Luego examinó ambas fracturas que sufrieron las probetas del vidrio recocido y vidrio templado, determinando que la resistencia de cuerpos similares no

depende de ningún constante material, sino del defecto máximo que posee el material.

Llegó a la conclusión que el vidrio, de acuerdo con sus propiedades, es empleado en Edificaciones, pero se debe tomar en cuenta que va a obtener varios comportamientos dependiendo de su resistencia según el tipo de ensayo que son sometidas las probetas con vidrios.

El Boletín informativo QN, realizó un estudio titulado “La sílice y su uso en diferentes áreas de la construcción”, explicando la mejora de la resistencia de adoquines convencionales con el empleo de sílice de arena para la elaboración de vidrio convencional, teniendo que someter la arena a elevadas temperaturas para su transformación. Siendo la sílice un material muy duro, de alta calidad y alta pureza. Encontrando que aumenta la cohesión, la densidad y disminuye la penetración del agua. Concluyendo que con este material se puede elaborar el moldeo de adoquines con vidrio triturado, notando que la mezcla es más consistente a comparación de una mezcla de concreto convencional, incrementando la adhesión entre agregados, reduciendo el calor de hidratación, la permeabilidad, la segregación y exudación. Además pertenece al tipo de vidrio sódico-cálcico, con un porcentaje del 70% al 72%, de sílice.

Mishra, G. (2015), publicó un artículo titulado “Compressive Strength of Concrete – Cube Test, Procedure, Results”, realizado en India. Plantea que la resistencia a la compresión es la capacidad que poseen los materiales y estructuras para soportar cargas en una superficie sin agrietarse o desviarse. Para probar esto, realizó dos tipos de muestra de cubos, según el tamaño del agregado, luego vertió concreto sobre el molde y después de 24 horas lo retiró del molde y lo puso en agua para el curado. A los 28 días de curado se aplicó una carga con una velocidad de 140 kg/cm² x minuto hasta que las muestras fallaron., obteniendo como resultados que la compresión del cubo de hormigón a los 7 días es de 23.5 N/mm² y a los 28 días es de, 35 N/mm².

Ese mismo año publicó otro artículo titulado “Factors Affecting Strength of Concrete”, fue escrito en la ciudad de New York. Él considera que los factores influyentes en la resistencia son la calidad de las materias primas como el cemento que debe cumplir con estándares apropiados, los agregados que deben tener calidad en su forma, textura, resistencia, etc. y el agua, éstos deben cumplir pruebas para determinar que es ideal para ser usada; la relación agua cemento, la proporción de agregados finos y gruesos y la relación de agregados y cemento. También nombra otros factores que son la humedad relativa, la

temperatura y el curado que se le da al concreto para luego someterlo a cargas de compresión.

Almeida, J. & Trujillo, Carolina (2017), investigaron los “Construcción sostenible con vidrio triturado en el diseño de hormigones”, luego de hacer los ensayos pertinentes como resistencia a la compresión y resistencias a la abrasión, concluyeron que el hormigón óptimo es el que se obtuvo con vidrio triturado de 36%, obteniendo 210 kg/cm² a los 7 días de curado. Dándose cuenta de que este hormigón puede desencofrarse tempranamente ahorrando tiempo, materiales y sobre todo dinero.

Construcción y Tecnología en concreto, en el año 2013 expuso un tema importante, que consiste en introducir al vidrio como agregado. Buscando concientizar a los involucrados en tema de construcción en la utilización de materiales reciclados, si bien es ciertos varias investigaciones emplean agregados alternativos como las cenizas de carbón, escorias, etc., constataron que en esas investigaciones los agregados alternativos son los fragmentos de vidrio y agregados alternativos provenientes de residuos de concreto y sumado a esto puede tener un efecto significativo en el costo de la mezcla de concreto.

1.4. Formulación del Problema

¿Cuál es el efecto de la concentración de partículas de cristal en la resistencia de adoquines de concreto $f'c$ 320 kg/cm² para pavimento articulado?

1.5. Justificación del estudio

Actualmente en distintos Países existen grandes porcentajes de residuos sólidos, como el vidrio que es desechado incrementando este, la contaminación ambiental en diferentes lugares del mundo, ya que el vidrio demora en descomponerse por periodos de años.

Dándose a conocer esta problemática que es de carácter global, esta investigación busca darle un valor agregado al vidrio reciclado incorporándolo en el sector construcción y de esta manera ayudar a evitar la contaminación y a la vez generar un menor costo permitiendo que sea accesible a la población. El adoquín que se diseñara está dirigido al uso peatonal con dimensiones de 0.20 m x 0.10 m x 0.04 m y con una resistencia de $f'c$ 320 kg/cm² rigiéndose en la NTP 399.11 “Adoquines de Concreto para Pavimentos”, cabe resaltar que es importante conocer las características del suelo donde se empleara ya que nos permitirá tener especificaciones técnicas para su elaboración.

1.6. Hipótesis

La concentración de las partículas de cristal tiene efecto sobre la resistencia a la compresión para un adoquín de concreto $f'c$ 320 kg/cm² para pavimento articulado.

1.7. Objetivo

1.7.1. Objetivo General

Determinar el efecto de la concentración de partículas de cristal en la resistencia de adoquines de concreto $f'c$ 320 kg/cm² para pavimento articulado.

1.7.2. Objetivos Específicos

Realizar ensayos de resistencia a la compresión de los prototipos de adoquines con distintas dosificaciones de vidrio reciclado.

Determinar el porcentaje de vidrio empleado en el adoquín para obtener la $f'c$ 320 kg/cm².

Establecer un costo unitario aproximado del adoquín propuesto.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Esta investigación posee un enfoque cuantitativo porque nos brinda datos numéricos a través de los ensayos que determinan la resistencia a la compresión del concreto, así mismo, por su temporalidad es longitudinal ya que se realizaran durante los catorce y veintiocho días de curado.

El diseño de esta investigación es de carácter pre experimental, permitiendo la manipulación de las variables dependiente e independiente:

$$G: O_1 = X = O_2$$

Donde:

O1: Resistencia a la compresión del Concreto

Simple X: % Partículas de Cristal

O2: Resistencia a la compresión adicionado partículas de cristal.

2.2. Variables, operacionalización

Tabla II.1. Variable Independiente

Variable Independiente Partículas de Cristal (vidrio reciclado)	
Definición conceptual	Consiste en utilizar los desechos de vidrio y transformarlos en nuevos productos para darle un uso específico. (Mata, 2015)
Definición operacional	Porcentajes de partículas de cristal al 15% ,25% y al 35% respecto a la proporción de los agregados finos como arena gruesa y arena fina que se van a emplear.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene efecto • No tiene efecto
Escala de medición	Nominal

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla II.2. Variable Dependiente

Variable Dependiente Ensayo de Resistencia a la Compresión	
Definición conceptual	Resistencia es la capacidad que poseen los materiales y estructuras para soportar una fuerza sin agrietarse o desviarse. (Mishra, 2015)
Definición operacional	Indicar la resistencia a la compresión debido a la condición de carga en la que el adoquín de concreto soporta esfuerzos a través de una prensa hidráulica.
Indicadores	Resistencia a la compresión de Probetas (kg/cm ²)

Escala de medición	Intervalo
--------------------	-----------

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.3. Población y muestra, selección de la unidad de análisis

- n: Tamaño de la Muestra
- N: 3 Probetas (NTP 339.036)
- Nc: Nivel de Confianza: 90 % entonces Z: 1.645
- e: Error Muestral entre 1% y 5 % = 5%
- p: Proporción de Elementos: 0.5
- p+q = 1, entonces q = 0.5

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N-1) * e^2 + Z^2 * p * q}$$

Por lo tanto, $n = 2.98 \cong 3$ por lo que tomamos 3 probetas testigo para cada día de rotura.

En cada ensayo de resistencia a la compresión por cada determinada edad (días) y por cada tipo de concreto se usará 3 probetas testigo. En el siguiente cuadro dado se verá: la distribución por edad de concreto y por tipo.

Tabla II.3. Ensayo a compresión a edades de concreto simple

TIPO DE CONCRETO Concreto Simple	ENSAYO A COMPRESION A EDADES (DÍAS)		TOTAL
	14	28	
	3	3	6
			6

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla II.4. Ensayo a compresión a edades de partículas de cristal

TIPO DE CONCRETO % Partículas de Cristal	ENSAYO A COMPRESION A EDADES (DÍAS)				TOTAL
	VIDRIO FINO		VIDRIO TRITURADO		
	14	28	14	28	
15%	3	3	3	3	12
25%	3	3	3	3	12
35%	3	3	3	3	12
					36

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla II.5. Ensayo a compresión a edades de partículas mezcladas de cristal

TIPO DE CONCRETO % Partículas Mezcladas de Cristal	ENSAYO A COMPRESION A EDADES (DIAS)		TOTAL
	14	28	
15%	3	3	6
25%	3	3	6
35%	3	3	6
			18

Fuente: Elaboración propia, 2018.

El total de probetas a usar es de 60.

Población: La mezcla de concreto formada por agregados finos, cemento, agua y vidrio. Muestra: Se usarán 60 probetas según las tablas mostradas anteriormente

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas: La Observación

Ensayos de Resistencia a la Compresión (NTP 399.604)

Primero se realiza la mezcla de concreto y luego se le añade las diferentes dosificaciones de vidrio fino y triturado al 15%, 25% y 35% del total de los agregados finos correspondientemente.

Se coloca sobre un molde cuyas dimensiones son 0.20 m x 0.10 m x 0.04 cm y se compacta gracias a una prensa compactadora. Los prototipos realizados fueron compactados con una fuerza de 6 Tn.

Luego que fueron desmoldados y pasaron a la etapa de curado para ser sometidos al ensayo de resistencia a los días planteadas.

Para esto se empleó una Prensa Hidráulica, cuya maquina da los datos de la fuerza en kg que se empleó para romper los adoquines fabricados y luego a través de operaciones matemáticas podemos hallar la resistencia de cada adoquín.

La relación A/C empleada es de 0.42.

2.4.2. Instrumento:

Guía de

Observación

Equipos:

Prensa Compactadora : Compactación y moldeo de los adoquines

“kg” Prensa Hidráulica : Rotura de Probetas “kg/cm”

Balanza Analítica : Medición de materiales en

“g” Regla de Metal : Medición de los adoquines
“cm”

2.5. Métodos de Análisis de datos

Se procesará los datos mediante tablas, figuras, y técnicas estadísticas utilizando la base de datos en Excel.

2.5.1. Estadístico de prueba –T de Student

Utilizada para detectar la existencia de diferencias entre las medias de una variable cuantitativa entre dos grupos de datos. Para ello se necesitará: Muestras menores a 30.

2.5.1.1. Funciones Estadísticas:

a. Media de todas las pruebas (X)

Siendo la prueba la resistencia promedio de todas las probetas con la misma edad y misma mezcla de concreto.

$$X = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{n}$$

G1= 352.88

G2= 494.41

b. Desviación Estándar (S)

Promedio de la suma de los cuadrados del dato menos la media dividido entre los números de data menos uno.

$$S = \frac{\sum(x_1 - X)^2}{n - 1}$$

c. Varianza(S²)

Tabla II.6. G1, SI²

G1	352.41	355.02	351.218	
S1²	0.2234137 8	4.5681937 8	2.7711151 1	7.5627226 7
				3.7813613 3
G1	497.702	492.378	493.135	
S1²	10.870209	4.108729	1.6129	16.591838
				8.295919

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.5.1.2. Prueba de hipótesis:

Es una proposición que hace el investigador en base a uno o varios parámetros que permite que se rechace o se acepte tomando así una decisión.

a. Parámetro de interés

Es la resistencia a la compresión promedio de cada grupo G1: Resistencia a la compresión del Concreto

Simple

(u1

)

G2: Resistencia a la compresión incorporando partículas de cristal al 25 %(u2)

Tabla II.7. G1 y G2

G1	352.41	355.02	351.218
G2	497.702	492.378	493.135

Fuente: Elaboración propia, 2018.

b. Hipótesis

Hipótesis

Nula

H₀: La resistencia del grupo 1 es menor o igual al del grupo 2

(u₁ ≤ u₂) Hipótesis Alternativa

H₁: La resistencia del grupo 1 es mayor que del grupo 2 (u₁ > u₂)

c. Nivel de Significancia

A = 0.05 con 95% de probabilidad de certeza.

Este valor es el más usual para ensayos de resistencia del concreto.

d. Grados de libertad

$$gl = (n_1 + n_2) - 2$$

$$gl = (3 + 3) - 2 = 4$$

e. Determinación del

t_{tabla}

Tabla II.8. Determinación del nivel de significancia

gl	α/2	0.400	0.300	0.200	0.100	0.050	0.025	0.010
1		0.325	0.727	1.376	3.078	6.314	12.710	31.820
2		0.289	0.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965
3		0.277	0.584	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541
4		0.271	0.569	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747
5		0.267	0.559	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365

Fuente: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2013.

Ubicando el gl y el nivel de significancia escogido encontramos: t_{tabla}
=2.132 Utilizando este valor para las pruebas de hipótesis.

2.5.1.3. Procedimiento de Calculo:

$$t_c = \frac{(x_1 - x_2)}{\frac{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}}{n_1 + n_2 - 2} * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$$

Valor crítico de t (dos colas) = $t_c = 2.7764$

n_1 y n_2 : Tamaño de muestras de los grupos

1 y 2 X_1 y X_2 : Medias de los grupos 1 y 2

S_1^2 y S_2^2 : Varianzas de los grupos 1

y 2 Se medirá el t_c y se compara este valor con el

t_{tabla} .

$t_c = 2.78$

$t_{\text{tabla}} =$

2.132 Si:

$t_c \geq t_{\text{tabla}}$: Se rechaza H_0 y se

acepta H_1 $t_c < t_{\text{tabla}}$: Se acepta H_0 y

se acepta H_1

Entonces :

$t_c \geq t_{\text{tabla}}$: Se rechaza H_0 y se acepta H_1

2.6. Aspectos éticos

Se tomó en cuenta la responsabilidad, compromiso y originalidad de datos, basándose principalmente en la NTP 399.11. Por ende, se busca crear una cultura de concientización del uso de residuos sólidos para el cuidado del medio ambiente a través de proyectos como el planteado en la presente investigación.

III. RESULTADOS

Tabla III.1a. Resistencia a la Compresión de Adoquines de Vidrio: Tiempo de curado de 14 días.

TIEMPO DE CURADO: 14 DÍAS								
Mezcla	Muestra	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Fuerza (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
		Largo	Ancho	Alto				
M. Concreto Simple	N° 01	20.300	10.000	4.200	203.000	54994	270.906	270.097
	N° 02	20.100	10.000	4.500	201.000	53989	268.602	
	N° 03	20.300	09.900	4.400	200.970	54419	270.782	
15% Vidrio Fino	N° 04	20.500	10.500	4.500	215.250	73926	343.443	342.870
	N° 05	20.300	10.300	4.600	209.090	71226	340.648	
	N° 06	20.400	10.500	4.500	206.040	70985	344.520	
25% Vidrio Fino	N° 07	20.600	10.200	4.400	210.120	88813	422.678	420.798
	N° 08	20.400	10.300	4.500	210.120	88189	419.708	
	N° 09	20.400	10.500	4.500	214.200	89966	420.009	
35% Vidrio Fino	N° 10	20.300	10.000	4.400	203.000	71802	353.704	353.003
	N° 11	20.500	10.100	4.400	207.050	72166	348.544	
	N° 12	20.100	10.100	4.500	203.010	72426	356.761	
15% Vidrio Triturado	N° 13	20.400	10.600	4.500	216.240	63188	292.212	292.869
	N° 14	20.500	10.300	4.200	211.150	61650	291.973	
	N° 15	20.300	10.500	4.800	213.150	62756	294.422	
25% Vidrio Triturado	N° 16	19.700	10.000	4.500	197.000	68998	350.244	347.964
	N° 17	19.900	10.000	4.300	199.000	69378	348.633	
	N° 18	20.000	10.000	4.400	200.000	69003	345.015	
35% Vidrio Triturado	N° 19	20.100	10.200	4.500	205.020	72908	355.614	353.989
	N° 20	20.000	10.000	4.500	200.000	70845	354.225	
	N° 21	20.500	10.100	4.400	207.050	72908	352.128	
Vidrio Mezclado 15%	N° 22	20.000	10.100	4.200	202.000	37113	183.728	181.705
	N° 23	20.300	10.000	4.400	203.000	36341	179.020	
	N° 24	20.400	10.000	4.500	204.000	37203	182.368	
Vidrio Mezclado	N° 25	20.900	09.900	4.300	206.910	27497	132.894	132.978
	N° 26	20.200	10.000	4.200	202.000	26995	133.639	

o 25%	N° 27	20.200	09.800	4.400	197.960	26210	132.400	
Vidrio	N° 28	20.400	10.000	4.500	204.000	36261	177.750	
Mezclad o 35%	N° 29	20.400	10.000	4.600	204.000	36051	176.721	176.84 2
	N° 30	20.000	10.100	4.600	202.000	35563	176.054	-

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla III.2b. Resistencia a la Compresión de Adoquines de Vidrio: Tiempo de curado de 28 días.

TIEMPO DE CURADO: 28 DÍAS								
Mezcla	Muestra	Dimensiones (cm)			Área (cm ²)	Fuerza (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
		Largo	Ancho	Alto				
M. Concreto Simple	N° 31	20.000	10.000	4.500	200.000	70482	352.410	
	N° 32	19.900	10.000	4.700	199.000	70649	355.020	352.883
	N° 33	19.800	10.200	4.600	201.960	70932	351.218	
15% Vidrio Fino	N° 34	20.200	10.000	4.200	202.000	83487	413.302	
	N° 35	20.300	10.100	4.400	205.030	84597	412.608	412.194
	N° 36	20.200	10.200	4.400	206.040	84615	410.673	
25% Vidrio Fino	N° 37	20.000	09.900	4.400	198.000	98545	497.702	
	N° 38	20.100	10.000	4.500	201.000	98968	492.378	494.405
	N° 39	20.100	09.900	4.300	198.990	98129	493.135	
35% Vidrio Fino	N° 40	19.900	10.000	4.500	199.000	83887	421.543	
	N° 41	19.800	10.000	4.400	198.000	84431	426.419	424.316
	N° 42	19.700	10.000	4.400	197.000	83722	424.985	
15% Vidrio Triturado	N° 43	19.800	10.200	4.200	201.960	69589	344.568	
	N° 44	20.000	10.000	4.500	200.000	68965	344.825	344.793
	N° 45	20.100	10.000	4.200	201.000	69342	344.825	
25% Vidrio Triturado	N° 46	20.000	09.800	4.400	196.000	79596	406.102	
	N° 47	20.200	09.900	4.200	199.980	80843	404.255	404.458
	N° 48	20.000	09.900	4.500	198.000	79797	403.015	
35% Vidrio Triturado	N° 49	20.000	10.000	4.500	200.000	82766	413.830	
	N° 50	19.800	10.000	4.400	198.000	82962	419.000	416.802

o	N° 51	20.000	10.000	4.400	200.00 0	83515	417.575	
Vidrio Mezclado	N° 52	20.100	10.000	4.300	201.00 0	45602	226.876	
o	N° 53	20.000	10.000	4.400	200.00 0	44923	224.615	225.20 6
15%	N° 54	20.200	10.200	4.200	206.04 0	46179	224.126	
Vidrio Mezclado	N° 55	19.800	10.300	4.600	203.94 0	31299	153.472	
o	N° 56	19.900	10.000	4.200	199.00 0	30987	155.714	155.61 1
25%	N° 57	20.000	10.100	4.500	202.00 0	31845	157.649	
Vidrio Mezclado	N° 58	20.000	10.200	4.200	204.00 0	42576	208.706	
o	N° 59	20.300	10.100	4.100	205.03 0	43521	212.266	210.60 2
35%	N° 60	19.900	10.000	4.400	199.00 0	41956	210.834	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla III.3a.. Resistencia Promedio del Adoquín para obtener f'c 320 kg/cm².a los 14 días

TIEMPO DE CURADO: 14 DIAS	
Porcentaje de Vidrio	Resistencia Promedio (kg/cm²)
15% Vidrio Fino	342.870
25% Vidrio Fino	420.798
35% Vidrio Fino	353.003
25% Vidrio Triturado	347.694
35% Vidrio Triturado	353.989

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla III.4b.. Resistencia Promedio del Adoquín para obtener f'c 320 kg/cm².a los 28 días

TIEMPO DE CURADO: 28 DIAS	
Porcentaje de Vidrio	Resistencia Promedio (kg/cm²)
15% Vidrio Fino	412.194
25% Vidrio Fino	494.405
35% Vidrio Fino	424.316
15% Vidrio Triturado	344.793
25% Vidrio Triturado	404.458
35% Vidrio Triturado	416.802

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla III.5a. Costo unitario aproximado de un Adoquín Convencional elaborado

Material	Costo (s/.)
Cemento	0.47
Arena Gruesa	0.14
Arena Fina	0.07
Total	0.68

Fuente: Elaboración propia, 8.
201

Tabla III.6b. Costo unitario aproximado de un Adoquín con 35% Partículas Finas de Cristal

Material	Costo (s/.)
Cemento	0.47
Arena Gruesa	0.14
Arena Fina	0.05
Total	0.66

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla III.7c. Costo unitario aproximado de un Adoquín con 35% Partículas Trituradas de Cristal

Material	Costo (s/.)
Cemento	0.47
Arena Gruesa	0.09
Arena Fina	0.07
Total	0.63

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Gráfica 1. Resistencia a la compresión promedio de 14 días de curado.
Fuente: Elaboración propia, 2018.



Gráfica 2. Resistencia a la compresión promedio de 28 días de curado.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

IV. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos del Ensayo de Rotura de Probetas, podemos determinar que el 15%, 25% y 35% de Partículas Finas de Cristal y el 25% y 35% de Partículas Trituradas de Cristal cumplen con la resistencia mínima a lo establecido en la NTP

399.11 a los 14 días de curado, no obstante, a los 28 días de curado todos los porcentajes empleados cumplen con la resistencia mínima.

En la Gráfica 1. Se puede observar que la resistencia a la compresión promedio va aumentando cuando se añade el 15% y 25% de Partículas Finas de Cristal, y cuando se añade el 35%, se observa que baja la resistencia, podría haber la probabilidad que las partículas de un tamaño más grande obtenidos de la granulometría se hayan concentrado cuando se usa este porcentaje. Otra posibilidad es la cantidad de sílice que añadimos a la mezcla, quizás haya sobrepasado la cantidad de sílice óptimo que se necesita para obtener una alta resistencia y por lo tanto ya no funciona dándole esta característica, sino, hace que se vuelva más frágil la mezcla y por lo tanto tendremos una resistencia más baja.

En la Gráfica 2. Se puede observar que la resistencia a la compresión promedio va aumentando como una recta lineal cuando se añade el 15%, 25% y 35% de Partículas Trituradas de Cristal. A comparación de la Gráfica 1, una explicación lógica a los resultados es la distribución de tamaños que encontramos, porque al emplear vidrio fino, se mantiene la cantidad de arena gruesa empleada, en cambio cuando se usa vidrio triturado, las partículas finas se mantienen y se reacomodan logrando eliminar la cantidad de vacíos más eficientemente que al emplear vidrio fino, ya que, el vidrio no absorbe agua por lo una mezcla al tener partículas finas de cristal podría permitir que se absorba el agua en menor porcentaje por parte de la arena fina. En cambio, en las partículas trituradas de cristal, la arena fina por mantenerse es quien absorbe con mayor eficacia el agua.

Según Katherine Cabrera Barboza, 2014, los resultados que obtuvo en cuanto a la resistencia a la compresión promedio de los 28 días de curado, cuando empleo 15% de Vidrio Reciclado un 377.94 kg/cm^2 y en esta investigación se

obtiene al 15% de Vidrio Fino una resistencia a la compresión de 412.194 kg/cm².

Cuando Cabrera emplea 25% de Vidrio Reciclado, obtiene una resistencia a la compresión de 384.93 kg/cm² y en esta investigación, la resistencia a la compresión obtenida es de 494.405 kg/cm².

Además, si se comparan los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión de vidrio triturado a los 28 días de curado, Cabrera obtiene una resistencia a la compresión de 377.94 kg/cm² y en esta investigación se obtiene, 292.869 kg/cm² y al emplear 25% de Vidrio Reciclado obtiene, 384.93 kg/cm², por otro lado, la resistencia a la compresión obtenida en esta investigación es de 347.964 kg/cm².

V. CONCLUSIONES

La resistencia máxima a la compresión obtenida es de 494.405 kg/cm² alcanzándose a los 28 días de curado con un 25% de Partículas Finas de Cristal y con 35% de Partículas Trituradas de Cristal es de 416.802 kg/cm².

Todas las probetas que contienen 15%, 25% y 35% de Partículas Finas y Trituradas de Cristal independientemente cumplen con la resistencia mínima de 320 kg/cm² a los 28 días de curado. Por otro lado, al emplear una mezcla de ambas partículas no se obtienen resultados satisfechos, pero podemos emplearlos en elementos no estructurales debido a su resistencia obtenida.

Un adoquín de concreto simple se obtiene un costo en materiales de 0.68 céntimos, no obstante, el adoquín más económico con 35% de Partículas Finas de Cristal es de 0.66 céntimos y el adoquín más económico con 35% de Partículas Trituradas de Cristal es de 0.63 céntimos.

VI. RECOMENDACIONES

Los equipos empleados en los ensayos deben estar en buenas condiciones.

Se debe usar equipos de protección individual para cada ensayo que se realice. Los materiales empleados deben ser extraídos de la misma cantera.

Se debe tener en cuenta la trabajabilidad de la mezcla que todas las muestras que se realicen se encuentren en las mismas condiciones de trabajo.

Se debe realizar muestras con diferentes porcentajes de vidrios.

REFERENCIAS

1. CABRERA Barboza, Katherine. Adoquines de Concreto y adoquines elaborados con vidrio reciclado. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2014. 78 pp.
2. IDALGO Laguna, Daniel. Adoquines con vidrio reciclado como agregado. Tesis (Titulación en Ingeniería Mecánica) Ecuador: Universidad Politécnica Nacional, 2013. 92 pp.
3. CATALÁN Arteaga, Carlos. El vidrio molido y su influencia en adoquines de concreto para uso peatonal. Tesis (Titulación en Ingeniería en Obras Civiles) Chile: Universidad Austral de Chile, 2013. 53 pp.
4. ALMEIDA Beltrán, Johana & TRUJILLO Vivas, Carolina. Construcción sostenible utilizando vidrio triturado en el diseño de hormigones. Tesis (Titulación Ingeniería en Obras Civiles) Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2017. 197 - 201 pp.
5. CANO Cano, David & CRUZ Pulgarin, Mario. Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia del hormigón. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil) Colombia: Universidad Libre Seccional Pereira, 2017. 46 - 50 pp.
6. SUQUE Soc, Carlos. Utilización de desecho de vidrio como árido grueso para la elaboración de concreto. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil) Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. 115 - 120 pp.
7. MORALES Ortega, Laura. El Vidrio en la Edificación. Propiedades, Aplicaciones y Estudio de Fracturas en Casos Reales. Tesis (Grado de Técnica de Arquitectura y Edificaciones) España: Universidad Politécnica de Cataluña, 2017. 21 pp.
8. ROJAS Luján, José. Incremento de la resistencia de un concreto de $f'c$ 210 kg/cm² adicionando un porcentaje de vidrio sódico. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil) Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 56 - 58 pp.
9. DI MARCO González, Luis. Proyecto y Fabricación de Adoquines de menor costo y Elementos Reciclados para Construcciones en Núcleos Campestres. Colombia, 2015. 12 pp.
10. MARTÍNEZ Pérez, José. Análisis Comparativo de la Resistencia a Compresión entre un Adoquín Convencional y Adoquines preparados con Vidrio. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil) Ecuador: Universidad Central del Ecuador, 2016.

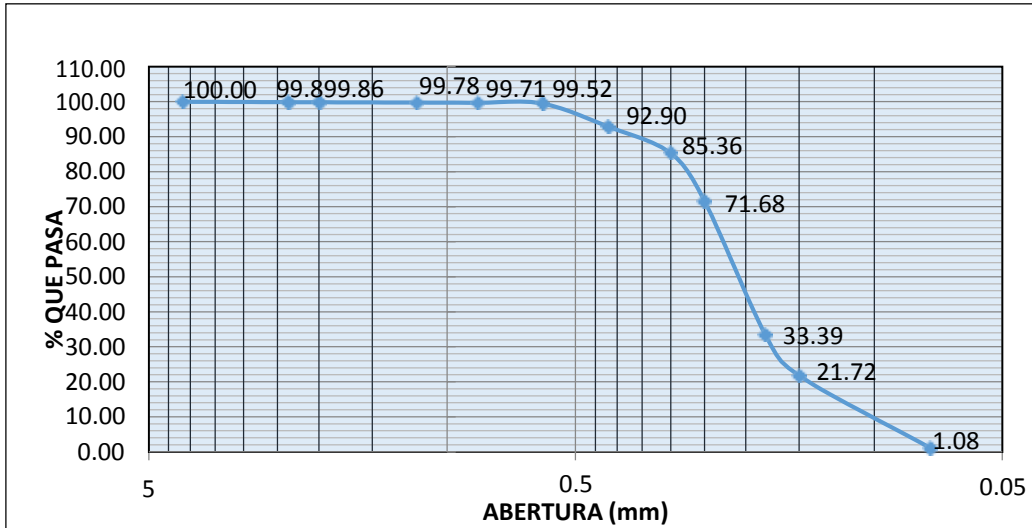
15 pp.

11. ORDOÑEZ Camelo, Carlos; PÉREZ Vélez, Sebastián & PLAZA Avendaño, Andrés. Vidrio reciclado como agregado en morteros para uso en viviendas de mampostería. Investigación, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana Cali, 2016. 5 - 8 pp.
12. BLOG INFORMATIVO “Stop basura”. Emisiones de gases de efecto invernadero [en línea]. España, 2013. [Fecha de consulta: 29 de setiembre de 2018]. Disponible en: <https://stopbasura.com/>
13. BLOG INFORMATIVO “QN”. La sílice y su uso en la industria de la construcción [en línea]. Chile, 2013. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2018]. Disponible en: www.quiminet.com
14. REVISTA “Construcción y Tecnología en Concreto”. Vidrio como Agregado [en línea]. México, 2013. [Fecha de consulta: 30 de setiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.revistacyt.com.mx/>
15. BOLETÍN INFORMATIVO “Ecoticias”. Duración de vida útil del Vidrio [en línea]: Argentina, 2018. [Fecha de consulta: 21 de setiembre de 2018]. Disponible en: <http://ecoticias.com/>
16. BOLETÍN INFORMATIVO “Concrete DECOR”. How to use Glass as Aggregate in Concrete [en línea]: New York, 2015. Vol. 5. 3 pp. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.concretedecor.net/>
17. MISHRA, G. Factors Affecting Strength of Concrete [en línea]. New York, 2015. [Fecha de consulta: 15 de setiembre de 2018]. Disponible en: <https://theconstructor.org/concrete/factors-affecting-strength-of-concrete/6220/>
18. MISHRA, G. Compressive Strength of Concrete – Cube Test, Procedure, Results [en línea]. India, 2015. [Fecha de consulta: 10 de setiembre de 2018]. Disponible en: <https://theconstructor.org/concrete/compressive-strength-concrete-cube-test/1561/>
19. MARTÍNEZ López, Tessa. Propiedades Generales del Vidrio. 3° ed. México: Fondo de Cultura Económica, 2012. 65 pp. ISBN: 978-607-16-0897-0
20. NORMA TÉCNICA PERUANA 399.11. Adoquines de concreto para Pavimento, Perú.
21. NORMA TÉCNICA PERUANA 339.036. Diseño de Mezcla de Concreto, Perú.
22. NORMA TÉCNICA PERUANA 399.604. Ensayo de Resistencia a la Compresión, Perú.
23. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. “Residuos sólidos diarios”. 2015.
24. Informe Nacional de Residuos Sólidos. “Residuos en la región La Libertad”. 6°

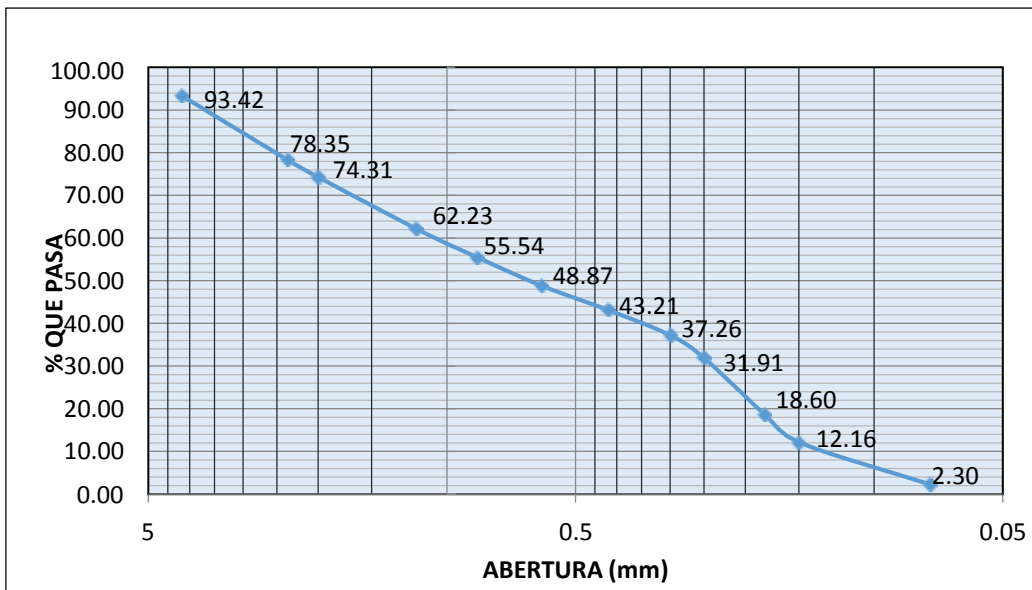
ed. Perú: INEI. 2013.

25. ACG Glass Europe. "The major environmental impact of glass production is caused by atmospheric emissions from melting activities". Inglaterra. 2017
26. G. SADIQUL Islam, M. Rahman, NAYEM Kazi. Waste glass as partial replacement of cement [en línea]. Bangladesh (India), 2017. Vol. 6. 37 - 44 pp. [Fecha de consulta: 26 de setiembre de 2018].
Disponibile _____ en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609016301157>
27. BASHAR Taha & GHASSAN. Pozzolanic glass powder in concrete as uses and applications [en línea]. Inglaterra, 2015. Vol. 42. 123 – 145 pp. [Fecha de Consulta: 19 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0672386266408940>
28. BARBIERI Luisa, LANCELLOTTI Isabella, LEONELLI Cristina & MANFREDINI Tiziano &. Recycling of industrial: State of art and glass case studies [en línea]. Italia, 2016. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2018]. Vol. 42. 133 - 138. Disponible _____ en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884216308240>
29. TAGNIT HAMOU, Arezki. Performance of glass-powder concrete in field applications [en línea]. Egipto, 2016. Vol. 109. 84 - 95 pp. [Fecha de Consulta: 19 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816300654>
30. MAFALDA Matos, Ana. Durability of mortar using waste glass [en línea]. Portugal, 2012. [Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2018]. Vol. 36. 205 - 215 pp. Disponible _____ en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061812002292>
31. ALAA M, Rashad. Recycled waste glass as fine aggregate replacement based on Portland cement [en línea]. Cairo (Egypt), 2014. Vol. 72. 340 - 357 pp. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006181401004>

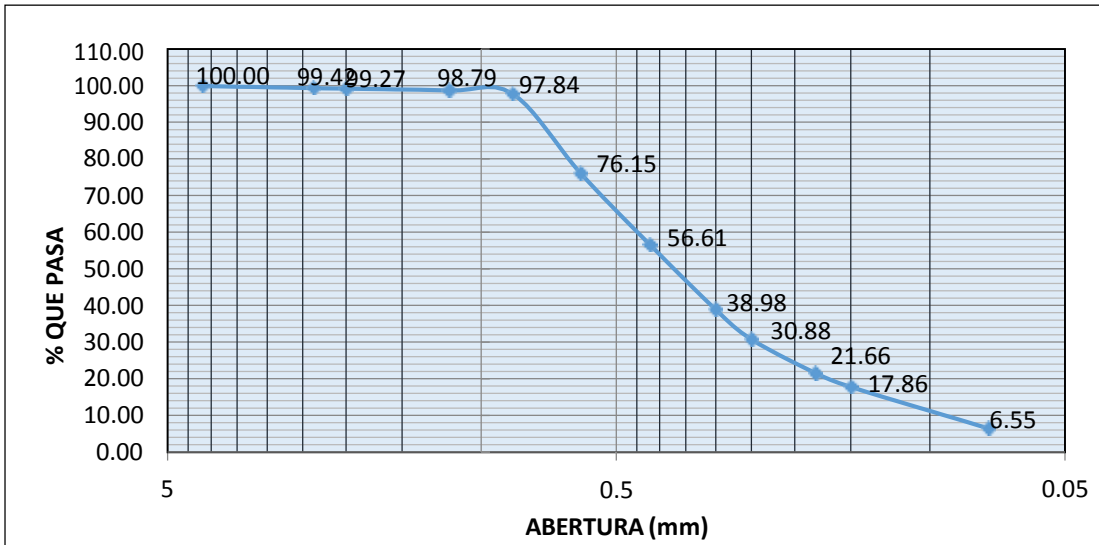
ANEXOS



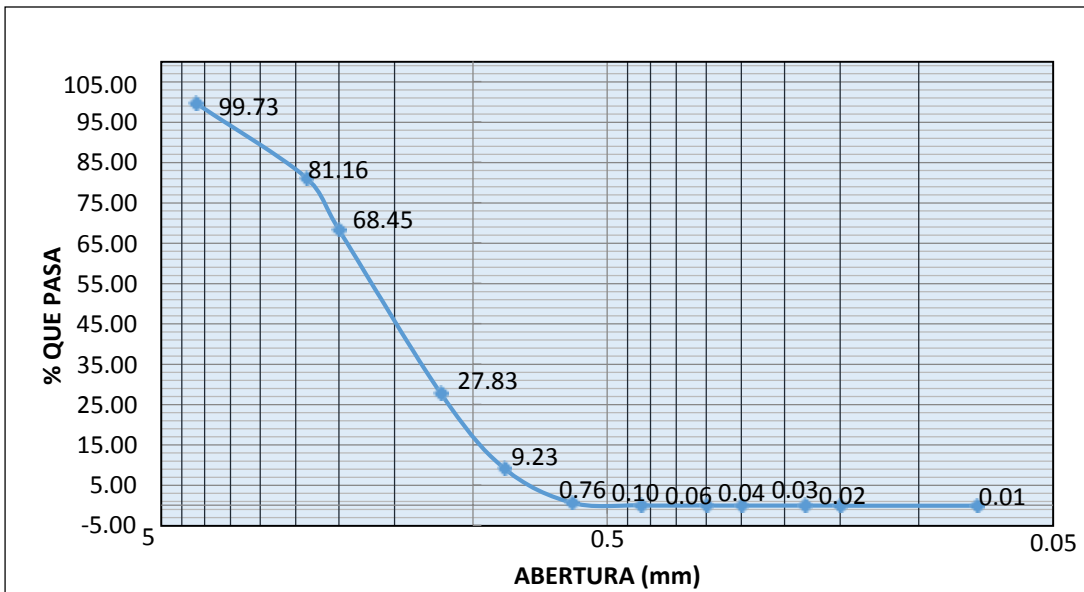
Gráfica 3 - Curva granulométrica de la arena fina.
Fuente: Elaboración propia, 2018.



Gráfica 4 - Curva granulométrica de la arena gruesa
Fuente: Elaboración propia, 2018.



Gráfica 5 - Curva granulométrica de vidrio fino
Fuente: Elaboración propia, 2018.



Gráfica 6 - Curva granulométrica de vidrio triturado
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 0.1. Diseño de Mezcla

Materiales	Peso (kg)
Cemento	0.517
Arena Gruesa	1.000
Arena Fina	0.515
Agua	0.219
Peso Total	2.251

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 0.2. Porcentaje de Absorción

Materiales	% Absorción
Arena Fina	0.646
Arena Gruesa	1.784
Vidrio Fino	0.136
Vidrio Triturado	0.074

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 0.3. Módulo de Fineza

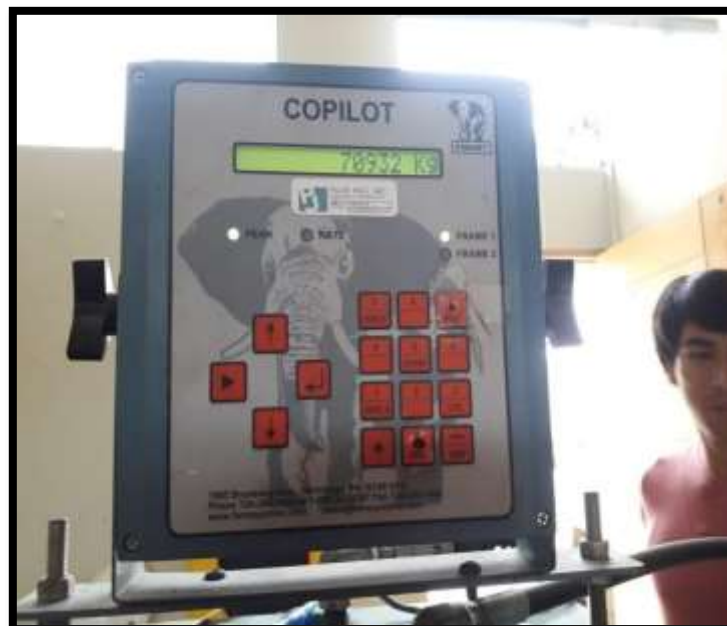
Materiales	Módulo de Fineza
Arena Fina	0.898
Arena Gruesa	2.825
Vidrio Fino	1.734
Vidrio Triturado	3.935

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Descripción: Fuerza empleada para rotura de probetas del 25% de Vidrio Fino a los 14 días de curado.

Fuente: elaboración propia, 2018.



Descripción: Fuerza empleada para rotura de probetas de Concreto Simple a los 28 días de curado.

Fuente: elaboración propia, 2018.



Descripción: Máquina de Ensayos Multiusos, empelado para rotura de probetas.

Fuente: elaboración propia, 2018.



Trujillo, 26 de Noviembre del 2018



INFORME N° 15 - NOV-18

Solicitante: Lady Elizabeth Villarreal Centurión – Universidad Cesar Vallejo

RUC/DNI: 70820425

1. MATERIAL DE TRABAJO:

N° de Muestras	Material	Componentes	Molde
60	Concreto	Cemento, agua, arena y/o vidrio.	Metálico de 20x10x4 cm ³

2. ACTIVIDAD A REALIZAR

- Moldeo por compactación.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Prensa de compactación *Shop Press* de 12 Toneladas de capacidad.
- Mecanismo hidráulico y modalidad manual.
- 6 toneladas de operación en moldeo.
- Temperatura de trabajo = 25 °C.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Supervisor responsable: Ing. Danny Chávez Novoa


Ing. Danny Mesias Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

.....
Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953



Trujillo, 28 de Noviembre del 2018

Solicitantes: Lady Elizabeth Villarreal Centurión – Universidad Privada César Vallejo
Olenka Kelda Rodríguez Sánchez – Universidad Privada César Vallejo

1. MATERIAL DE TRABAJO:

Nº de Muestras	Material	Componentes	% Porcentaje de Vidrio Fino
3	Concreto	Cemento, agua, arena y vidrio	25%

2. ACTIVIDAD A REALIZAR

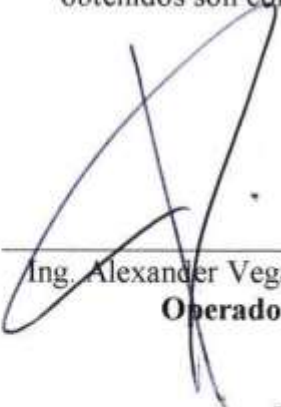
- Rotura de Adoquines -Tipo I

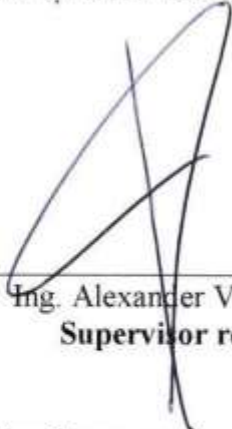
3. EQUIPO EMPLEADO

- Equipo : Máquina de Ensayos Universales
- Marca : TECNOTEST
- Serie : T – 4000
- Capacidad de Carga : 1000 KN
- Temperatura de Ensayo : 23.5 °C
- Velocidad de Ensayo : 0.5 mm/seg
- Calibración : TECNOTEST (Anual)

4. CONDICIONES

El equipo descrito anteriormente se encuentra en buen estado y los resultados obtenidos son confiables.


Ing. Alexander Vega Anticona
Operador


Ing. Alexander Vega Anticona
Supervisor responsable

ALEXANDER Y. VEGA ANTICONA
ING. DE MATERIALES
R. CIP. 83348

Jefe de Laboratorio de Materiales Compuestos
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA CIVIL

INFORME DE ROTURA DE PROBETAS A ENSAYO A LA COMPRESIÓN 0

Solicitantes: OLENKA KELDA, RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

LADY ELIZABETH, VILLARREAL CENTURIÓN

Estudio: "EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS DE CRISTAL EN LA RESISTENCIA DE ADOQUINES DE CONCRETO F' C 320 KG/CM² PARA PAVIMENTO ARTICULADO"

Muestras: Adoquines (57 muestras de mortero) detallándose a continuación:

Descripción	% de Vidrio	Tiempo de Curado	Cantidad
Concreto Simple	0 %	14	3
	0%	28	3
Vidrio Fino	15%, 25% y 35%	14	9
	15%, 25% y 35%	28	6
Vidrio Triturado	15%, 25% y 35%	14	9
	15%, 25% y 35%	28	9
Vidrio Fino +Vidrio Triturado	15%, 25% y 35%	14	9
	15%, 25% y 35%	28	9

Equipo:

Descripción:

Prensa Hidráulica para ensayo a compresión, marca Forney, serie: 12117, capacidad: 250000 lbs.

Calibración:

Por la empresa METROTEC, Certificación: MT-LF-017-2017. Este equipo descrito se calibra cada año contándose actualmente en buen estado obteniendo resultados confiables en cada ensayo que se realiza.

Operador:

Wesley John Leonardo Carrasco

Trujillo ,28 de noviembre del 2018


WESLEY JOHN LEONARDO CARRASCO
Jefe de Laboratorio
TRUJILLO


WISTON HENRY AZARVEDO MEDINA
Coordinador de la carrera Ingeniería Civil
TRUJILLO